



Nutzung thermischer Energie in der Region von Podhale, Polen

Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej

GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Polen

Zusammenfassung

Die wesentlichen Punkte dieses Energieprojekts sind:

A. Produktion und Übertragung von Wärme,

einschließlich:

- sieben geothermischen Bohröffnungen - drei zur Produktion und vier zur Reinjektion. Aus den Produktionsbohrungen wird geothermisches Wasser (~ 85 – 87,5 °C) aus Lagerstätten im Niedrig-Enthalpiebereich des Podhale-Bassins extrahiert, um im Grundlastbereich den Wärmebedarf des gesamten Projektgebiets zu decken;
- einer geothermischen Fernwärmanlage für den Grundlastbetrieb mit einer Kapazität von ungefähr 38 bis 43 MWt, die 1 015 TJ/Jahr Erdwärme erzeugt;
- zwei gasbefeueten Warmwasserheizkessels und einer Gasdruckminderstation; mit einer Gesamtkapazität von 33 MW liefert die Anlage 355 TJ Wärme pro Jahr: 60 % davon werden durch Gasfeuerung und 40 % durch zusätzliche Wärmeextraktion aus geothermischem Wasser produziert;
- eines Gasspitzenlastkraftwerks von 48 MW_t in Zakopane (22 MWt) und einer ähnlichen Anlage in Nowy Targ (14 MWt in Planung) für eine kombinierte Erzeugung von zirka 73 TJ Wärme pro Jahr;
- Landerwerb in geringem Umfang für neue Bohrplätze, Konstruktion neuer Gebäude und Ausbau vorhandener Gebäude für die Produktionseinrichtungen.



Standort der geothermischen Bohröffnungen im Podhale-Tal. Rote Punkte: existierende Bohröffnungen, gelbe Punkte: geplante Bohrlöcher

B. Entwicklung eines Wärmeverteilungsnetzes

- Konstruktion eines neuen Wärmeverteilungsnetzes (zirka 80 km) für das Gebiet von Podhale und Herstellung einer Netzverbindung zu den Kundenanschlüssen;
- Fernwärme-Infrastruktur in der Region von Podhale – Neuverlegung einer 20 km langen Pipeline für den Warmwassertransport, zwei Gasversorgungspipelines, elektrische Anschlüsse und Pumpenanlagen.

C. Installation von Wärmetauschern und Zählern bei individuellen Abnehmern und in anderen Gebäuden; diesem Unterpunkt wird auch die Zurverfügungstellung von Fahrzeugen und diverser Betriebsausrüstungen durch die Betreiberfirma zugerechnet.

Endanwenderbereich

Neubauten
Gebäudesanierung
Verkehr und Mobilität
Finanzierungsinstrumente
Industrie
Rechtliche Initiativen (Verordnungen, Richtlinien usw.)
Planungsfragen

Zielgruppe

Bürger
Haushalte
Immobilien Eigentümer
Schulen und Universitäten
Entscheider
Lokale und regionale Behörden
Verkehrsunternehmen

Technik

Energieeffizienz
Heizung
Kühlung
Geräte
Beleuchtung
Kraft-Wärme-Kopplung
Fernwärme



Nachhaltige Gemeinschaften
Nutzerverhalten
Bildung
Sonstiges

Energieversorgungs-unternehmen
Energiedienstleister (ESCOs)
Architekten und Ingenieure
Finanzinstitute
Sonstige

Solarenergie
Biomasse
Wind
Geothermische Energie
Wasserkraft
Sonstiges

Kontext

Das erstrangige Entwicklungsziel dieses Projekts war es, die Luftverschmutzung zu reduzieren, indem die in dieser Region übliche, auf Kohlefeuerung basierende Wärmeversorgung in der Region Podhale in zunehmendem Maße auf den Einsatz „sauberer“ Energie wie Geothermie und Erdgas umgestellt wird. Dieses Ziel, und die Wärmeversorgung der sieben Gemeinden der Podhale-Region, sollte durch die Entwicklung eines geothermischen Fernwärmenetzes unter Ergänzung durch die Zusatzkapazität einer mit Gas betriebenen Spitzenlastanlage erreicht werden. Dies geschah durch die Anbindung der individuellen Heizsysteme an ein leistungsfähiges Fernwärmenetz, das mit „sauberer“ und erneuerbarer Energie beliefert wird. Die Ersetzung umweltbelastender Brennstoffe sollte zu saubererer Luft und einer höheren Lebensqualität für die Bewohner dieser Region führen. Bei Verminderung der Feinstaubemissionen aus kohle- und koksbeheizten Anlagen ist von einer signifikanten Reduzierung der Atemwegserkrankungen auszugehen. Es wird erwartet, dass die vorgeschlagenen Verbesserungen auch zu einer Reduzierung der Umweltschädigung von Flora und Fauna des benachbarten Nationalparks und anderer geschützter Gebiete führt. Die verbesserte Umweltqualität der Podhale-Region lässt das Gebiet auch für den Tourismus interessanter werden.

Zielsetzung

Die Zusammenfassung der Projektziele wird in Tabelle 1 dargestellt wie folgt:

Tabelle 1 Zusammenfassung der Projektziele

Benefits	Measured in Terms of:	Target Population
Cost savings; cleaner and more comfortable heat	<ul style="list-style-type: none"> Improved efficiency Reduced labor, fuel costs and other operating costs Deferred capital investments 	<ul style="list-style-type: none"> 4,243 households in Zakopane and the villages 172 large customers in Zakopane and the villages Customers of former DH company in Zakopane (Tatry) Customers of DH company in Nowy Targ
Improved air quality and improved health as a result	Reduced local concentrations of air pollutants, mainly TSP/PM10	<ul style="list-style-type: none"> All residents living in seven municipalities, but especially in Zakopane and Nowy Targ Tourists in the Podhale region
Global benefits	Reduced CO2 emissions	Global community
Demonstration of geothermal energy	Commercially and economically viable geothermal project	Poland and elsewhere in Central and Eastern Europe



Verfahren

Phase 1 (1993 – 1995):

- 1.1. Entwicklung und Betreibung einer Pilotanlage auf Basis der ersten geothermischen Dublette (zwei Bohrlöcher, eines für die Produktion, eines für die Reinjektion - Dublette Nr. 1) in Banska Nizna und Bialy Dunajec
- 1.2. Verbindet über 200 Haushalte mit der nahe gelegenen Pilotanlage durch ein kleines Fernwärmenetz.

Wärmeverkäufe von 0,1 Mio. GJ/Jahr am Ende von Phase 1.

Phase 2 (1996 – 2000):

- 2.1. Drilling einer zweiten geothermischen Dublette (Banska PGP 1 und Bialy Dunajec PGP 2, d. h. (Dublette Nr. 2 a) (abgeschlossen)
- 2.2. Bau einer geothermischen Grundlastanlage in Banska Nizna (abgeschlossen)
- 2.3. Bau einer 3,5 km langen Versorgungsleitung nach Zakopane (abgeschlossen)
- 2.4. Ausbau des Fernwärmenetzes von Bialy Dunajec (abgeschlossen)
- 2.5. Umrüstung der vormals kohlebetriebenen Heizkessel zu Wärmeaustauschern in 27 Haushalten in Bialy Dunajec (abgeschlossen)
- 2.6. Bau eines mit Gas betriebenen Spitzenlastkraftwerks mit einer Leistung von 22 MWt in Zakopane (abgeschlossen)
- 2.7. Erweiterung eines Fernwärmenetzes in Zakopane (derzeit in Bau)
- 2.8. Umrüstung von neun kohlebefeuerten Heizkesseln zu Wärmeaustauschern und Anbindung an das Fernwärmenetzwerk (abgeschlossen)
- 2.9. Umstellung der Großabnehmer auf Wärmetauscher und Anbindung an das Fernwärmenetzwerk (im Gange)
- 2.10. Hydrogeologische Tests der geothermischen Bohrlöcher (in Poronin, Bialy Dunajec, Furmanowa, Chocholow and Banska) zur Einschätzung der geothermischen Ressourcen (abgeschlossen)
- 2.11. Abschluss des Netzwerkes zur Fernwärmeübertragung nach Zakopane (zirka neun km)
- 2.12. Erweiterung der Spitzenlastanlage in Zakopane auf 32 MWt
- 2.13. Umrüstung von 18 Heizkesseln zu Wärmetauschern und Anbindung an das Fernwärmenetzwerk in Zakopane und Anbindung von 75 Großabnehmern
- 2.14. Niederbringung der Injektionsbohrung PGP 3 (Dublette Nr. 2 b)
- 2.15. Erweiterung des Netzwerkes zur Fernwärmeübertragung in Zakopane (zirka 2 100 individuelle Abnehmer)
- 2.16. Bau eines neuen Verwaltungsgebäudes

Wärmeverkäufe von 0,7 Mio. GJ/Jahr am Ende von Phase 2.

Phase 3 A (2000-2001):

- 3.1. Inbetriebnahme einer neuen geothermischen Dublette (Bohröffnung PGP 4, Bohröffnung PGP 5 – Dublette Nr. 3)
- 3.2. Erweiterung der Netzwerke zur Fernwärmeübertragung in Koscielisko, Bialy Dunajec und Poronin (3 Großabnehmer und ungefähr 130 individuelle Abnehmer)
- 3.3. Bau einer Absorptionswärmepumpenanlage (AWP-Anlage), einer Druckminderstation und zweier Gasversorgungs pipelines

Wärmeverkäufe von 0,8 Mio. GJ/Jahr am Ende von Phase 3A

Phase 3 B (2001-2004):

- 3.4. Erweiterung der Spitzenlastanlage in Zakopane auf 48 MWt
- 3.5. Ausbau der Netzwerke zur Fernwärmeübertragung in Poronin und Bialy Dunajec (vornehmlich individuelle Abnehmer (1.200))



Wärmeverkäufe von 0,9 Mio. GJ/Jahr am Ende von Phase 3B

Phase 4 (2001-2004):

- 4.1. Bau einer Hauptversorgungsverbindung nach Nowy Targ (7 km) - 2001
- 4.2. Erweiterung des Netzwerkes zur Fernwärmeübertragung in Szaflary (zirka 600 individuelle Abnehmer)
- 4.3. Bau der geothermischen Grundlastanlage für Nowy Targ
- 4.4. Bau der mit Gas betriebenen Spitzenlastanlage in Nowy Targ (14 MW_{th})
- 4.5. Erweiterung des existierenden Netzwerkes zur Fernwärmeübertragung in Nowy Targ (zirka 3 km)

Wärmeverkäufe von 1,2 Mio. GJ/Jahr am Ende von Phase 4

An diesem Punkt wurde die Durchführung von Phase 4 unterbrochen, das Netzwerk wird voraussichtlich nicht in Richtung von Nowy Targ ausgebaut. Anstatt dessen gibt es neue Ideen zur Nutzung der geothermischen Ressourcen, so z. B. die Nutzung des geothermischen Wassers zu Rehabilitations- und Heilzwecken (Spas) in Zakopane und Bańska Nizna. Die Wärmeverkäufe wurden aktualisiert und betragen nun deutlich weniger als vorher.

Finanzielle Mittel und Partner

Seit 1995 beteiligt sich auch die Weltbank an der Förderung des Podhale District Heating and Environmental Project (Podhale Fernwärme- und Umweltprojekt). Sie unterstützt das Projektvorhaben mit einem Darlehen von 38,2 Mio. USD. Neben der Weltbank und anderen nationalen und internationalen Finanzierungseinrichtungen beteiligt sich auch die GEF (Globale Umweltfazilität) mit einem Zuschuss von 5,5 Mio. USD. Der GEF ging es um die erhebliche Reduktion von Kohlendioxid (CO₂) aufgrund des Umstiegs von fossilen Brennstoffen auf geothermische Energie. Schätzungen zufolge sollte es zu einer Reduzierung von 110 000 Tonnen CO₂ jährlich und mehr als 2,6 Mio. Tonnen über die gesamte Projektlaufzeit kommen.

Der Zuschuss der GEF wurde im Jahre 2000 gebilligt und beruhte auf der erwarteten Senkung von 2,6 Mio. Tonnen CO₂ während der gesamten Projektlaufzeit bei zusätzlichen Kosten von zirka 3,00 Mio. USD pro Tonne. Zur Sicherstellung der zweckmäßigen Verwendung dieser Fördergelder musste in den Jahren 2001 bis 2004 ein Überwachungs- und Beurteilungsbericht (M&E / Monitoring and Evaluation Reporting) eingereicht werden.



Fallstudie 300: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Polen

PEC Geotermia Podhalanska: Financing Plan for the YEARS 2000 to 2004

Applications	PLN Million			US\$ Million	Percent
	Local	Foreign	Total		
Project Investment	153.3	94.6	247.9	56.7	80.9%
Financing Costs	3.2	24.8	28.0	6.2	9.2%
Changes in Cash/Working Capital	27.1	-	27.1	5.9	8.8%
Miscellaneous	1.2	0.5	1.7	0.5	0.5%
M&E of GHG Abatement	0.8	0.8	1.6	0.4	0.5%
Total	185.5	120.7	306.2	69.6	100.0%
Sources					
Internally Generated Funds	50.1	-	50.1	10.7	15.4%
Equity	7.3	-	7.3	1.7	2.4%
Grants	-	80.8	80.8	19.0	27.3%
Phare II	-	45.0	45.0	10.5	15.1%
GEF	-	22.6	22.6	5.4	7.8%
USAID	-	10.5	10.5	2.5	3.6%
DEPA Grant	-	2.6	2.6	0.6	0.9%
IBRD Loan	-	168.0	168.0	38.2	54.9%
Total	57.4	248.7	306.2	69.6	100.0%



Ergebnisse

Im Jahr 2003 bestand das geothermische Fernwärmesystem aus:

Fernwärmenetzwerk:

Die Gesamtlänge des Fernwärmenetzwerkes betrug zirka 60 km

Heizkessel:

Geothermische Grundlastanlage (BLP/ Geothermal Base Load Plant): in Banska Nizna gelegen, Installation von 3 Wärmeaustauschern mit einer Kapazität von 7,5 MWth pro Anlage. Die BLP-Anlage ist in der Nähe der Produktions- und Reinjektionsbohrungen gelegen und umfasst die technologischen Systeme einschließlich einer Wasseraufbereitungsanlage mit integrierter Rezirkulation, eines Expansionssystems und der Umwälzpumpen mit einer Kapazität von 3x470 m³/h.

Mit Gas betriebene Spitzenlastanlage (PLP/Gas fired Peak Load Plant):



In Zakopane gelegen, 2 gasbefeuerte Heizkessel mit einer Bruttoleistung von 10 MWth, in Kopplung mit den Speisewasservorwärmern (1 MWth pro Anlage) zur Kondensations-Wärmerückgewinnung aus den Verbrennungsgasen. 3 Wärmeaustauscher mit 17 MWth pro Anlage zur Trennung des Hauptsystems vom Verteilungsnetz. Zusätzlich: 3 Gasmotoren mit einer Wärmekapazität von 3x700 kW und einer elektrischen Leistung von 3x550 kW, zusätzlich zu einem weiteren Heizkessel mit einer Kapazität von 14,7 MWth zur alternativen Gas- oder Ölfuehrung.

Abb. 3: Spitzenlastkessel

Frühere Tatry-Heizkessel

28 Kesselhäuser, die von Geotermia zu Beginn des Projekts übernommen wurden and die fast alle von fossilen Brennstoffen (Steinkohle/Koks, Öl, Gas) umgerüstet wurden, um Geothermalwärme aufzunehmen. Am Ende des Jahres 2003 blieb nur noch ein Kesselhaus übrig („Pardalowka“), das nicht angeschlossen war (für Erdgasnutzung).

Die folgende Tabelle 2 zeigt die 28 früheren Tatry-Kesselhäuser und ihre Nutzung unterschiedlicher Energiequellen. In der Tabelle kann die Entwicklung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe derjenigen Kesselhäuser abgelesen werden, die noch nicht an das geothermische Fernwärmenetz angeschlossen worden sind.

Tabelle 2: Energiequellen der früheren Tatry-Kesselhäuser (effektive Entwicklung)

Energiequellen früherer Tatry-Kessel		1999	2000	2001	2002	2003
Steinkohle/Koks	Anzahl	12	5	3	0	0
Gas	Anzahl	5	5	4	2	1
Öl	Anzahl	2	2	2	1	0
Geotherm. Sys.	Anzahl	9	16	19	25	27
Insgesamt	Anzahl	28	28	28	28	28



Tabelle 3 Brennstoffnutzung 1999-2002: Effektiv

Effektive Wärmeprod.	Einh.	1999	2000	2001	2002	2003
Geotherm. Anlage	GJ	22450	22600	41428	160927	205400
Spitzenlast-Anlage, insg.	GJ	70158	97594	132958	76342	49945
Gasheizkessel	GJ	70158	97594	112000	42703	48775
Öl	GJ					1170
Stom u. Wärme komb.	GJ	0	0	20958	33639	0
Tatry-Kessel	GJ	60699	41165	31532	20918	13943
Wärmeprod. insgesamt	GJ	153307	161359	205918	258187	269288

Der Energie-Input in den Jahren 1999 bis 2003 sah wie folgt aus:

Aktueller Energie-Input	Einh.	1999	2000	2001	2002	2003
Elektrizität	MWh	1082	1002	-2903	-2191	6354
Erdgas	TCM	2768	3529	5205	3521	1969
	MWh	29334	37399	55149	37312	19307
Steinkohle, Feinkohle	Tonnen	1721	515	86		0
	MWh	13292	3980	663		0
Öl	Tonnen	62	103	67	24	33,4
	MWh	759	1256	823	293	409
Insgesamt	MWh	44467	43637	53732	35414	26070

Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung

Das vorrangige Entwicklungsziel des Projekts war es, die Luftverschmutzung aufgrund der vor Ort üblichen kohlebefeuerten Heizkessel zur Wärmeversorgung durch den verstärkten Einsatz „sauberer“ Energie-Ressourcen in der Region von Podhale zu mindern, so z. B. durch den Einsatz von Geothermie und Erdgas. Dieses Ziel und die Versorgung der sieben Gemeinden der Podhale-Region sollte durch die Entwicklung eines geothermischen Fernwärmenetzes unter Ergänzung durch eine zusätzliche Gasspitzenlastkapazität erreicht werden. Die Region sollte durch Ersetzung der Einzelheizanlagen und durch Anbindung der Nutzer an ein effizientes Fernwärmesystem mit „sauberer“ und erneuerbarer Energie versorgt werden. Diese Ersetzung umweltbelastender Brennstoffe sollte zu saubererer Luft und zu einer höheren Lebensqualität für die Bewohner dieser Region führen. Bei Verminderung der Feinstaubemissionen aus kohle- und koksbefeuerten Anlagen ist von einer signifikanten Reduzierung der Atemwegserkrankungen auszugehen. Die vorgeschlagenen Verbesserungen werden auch zu einer Reduzierung der Umweltschädigung von Flora und Fauna des benachbarten Nationalparks und anderer geschützter Gebiete führen. Die verbesserte Umweltqualität der Podhale-Region lässt das Gebiet auch für den Tourismus interessanter werden.

Umweltdaten:

Obwohl die Luftqualität in Zakopane und besonders in Nowy Targ - verglichen mit einigen Industriegebieten in Mittel- und Osteuropa - im Allgemeinen nicht einmal ausgesprochen schlecht war, zeichnete sich die Luft aufgrund der Kohlebefeuernung in der Heizperiode durch eine erhöhte Konzentration von Schwebstoffpartikeln aus.

Der Einfluss des Projekts auf andere Umweltmedien verdient ebenfalls Beachtung. Falsch konzipierte oder falsch betriebene Geothermalsysteme können zu einer Verunreinigung des Trinkwassers führen. Allerdings kommt bei diesem Projekt ein System mit geschlossenem Kreislauf zum Einsatz, durch das das Risiko einer Trinkwasserverunreinigung minimiert wird. Das Wasser wird zu den Wärmeaustauschern geführt und dann



wieder in das Reservoir reinjiziert, ohne dass es zu einem direkten Kontakt mit Verbrauchern oder Umwelt kommt. Die Mineralisierung des im Rahmen dieses Projekts zurückgeleiteten geothermischen Wassers liegt in der Regel bei 0,2 – 0,4 g/l, aber in einigen Schichten des geothermischen Reservoirs kann die Salzkonzentration auch bei 3,0 g/l liegen. Dieser Salzgehalt ist bemerkenswert niedrig im Vergleich zu anderen geothermischen Lagerstätten, die gegenwärtig in Polen oder auch in Europa erschlossen werden. Dennoch wird die Rückleitung des geothermischen Wassers in die Gesteinsschichten nahe des Nationalparks als nicht wünschenswert angesehen. Aus diesem Grund wurde das Geothermalsystem als geschlossenes System ausgeführt.

Projekt THG-Emissionen:

Das mit diesem Projekt verbundene globale Umweltziel war es, die CO₂-Emissionen zu verringern, damit Polen seinen internationalen Verpflichtungen laut Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) nachkommen kann. Die Senkung der Treibhausgas(THG)-Emissionen (z.B. des CO₂-Ausstoßes) stellte einen zusätzlichen Beweggrund für die polnische Regierung dar, dieses Projekt realisieren zu wollen. Es wird davon ausgegangen, dass die CO₂-Emissionen für die gesamte, vom Projekt abgedeckte Region im Zeitraum zwischen 1995 und 2024 um 2,7 Mio. Tonnen reduziert wird.

Erfahrungen und Wiederholbarkeit

Der indirekte Nutzen der Durchführung dieses kommerziellen Erschließungsvorhabens und der Beweis über die wirtschaftlich tragfähige Nutzung von geothermischer Energie kommen dem gesamten Land und der Region zugute. Die positiven Erfahrungen der Realisierung dieses Projekts dürften dazu führen, dass großflächig angelegte Fernwärmenetze in Form von geothermischen Projekten nicht nur in Polen, sondern auch in mittel- und osteuropäischen Regionen Nachahmung finden.

Geothermische Projekte sind kapitalintensiv und mit umfangreichen Vorfinanzierungskosten verbunden, die immer mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sind, da Bohrkosten und hydrothermale Lagervorkommen nie eindeutig vorhersagbar sind. Obwohl die Bohrkosten niedriger und die Lagervorkommen höher als erwartet ausfielen, wurde im Abschlussplan des Projekts ein reduzierter Bedarf geothermischer Ressourcen durch Integration einer mit Gas betriebenen Spitzenlastanlage in das Geothermie-Projekt vorgesehen. Aufgrund des erheblichen Investitionsbedarfs hängt die betriebswirtschaftliche Rentabilität des Projekts entscheidend vom Preisniveau und vom Grad der Marktdurchdringung ab, die erreicht werden kann. Der Zusammenschluss mit Tatry DH Company stellte die Umrüstung von 28 Kesselhäusern sicher, die das Fernwärmenetz der Region Zakopane versorgen. Intensive Marktanalysen wurden betrieben, um die Vorschläge in 172 große Chargen zu unterteilen und um zu realistischen Schätzungen hinsichtlich des Anteils der Privathaushalte am Marktsegment zu gelangen, die darüber Aufschluss geben sollten, was vernünftigerweise hinsichtlich der Umstellung auf geothermische Energie zu erwarten ist. Gestaffelte Rentabilitätsstudien wurden durchgeführt, um die Sequenz und die Grenzen der für die geothermische Wärmeversorgung ausgewählten Versorgungsgebiete festzulegen. Diese umfangreichen Planungsverfahren verdienen es, in vergleichbaren Projekten wiederholt zu werden.

**Kontaktadresse für weitere Informationen:**Projekt-Website: <http://www.geotermia.pl/>Organisation / Agentur: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Polen

Hauptansprechpartner:

Adresse: Büro: 34-500 Zakopane ul. Nowotarska 35a

Tel.: (018) 201 50 41, 201 50 42, 201 50 43

Fax: (018) 201 50 44

E-Mail: geoterm@geotermia.plWebsite: <http://www.geotermia.pl/>

Druckfassung von Berichten oder sonstige verfügbare Schriften:

Titel:

Preis:

Weitere Kontaktmöglichkeiten: